

tionship between the morphological and the physiological differences, and more investigations on this problem, using refined histological and cytological techniques, are required.

* * *

The author expresses his gratitude to Professor G. Macdonald and Dr G. Davidson of the Ross Institute, London, and to Dr J. R. Busvine of the Department of Entomology, London School of Hygiene and Tropical Medicine, for their kind welcome and for putting at his disposal all the facilities of their laboratories; and also to Dr L. Bruce-Chwatt of the Division of Malaria Eradication, WHO, for his technical advice.

Résistance de *Culex pipiens fatigans* aux hydrocarbures chlorés à Léopoldville (Congo belge)

par le D^r J. CERF, Chef du Service de l'Hygiène, Léopoldville, et le D^r A. LEBRUN, Directeur de l'Institut provincial d'Hygiène Marcel Wanson, Léopoldville.

Depuis 1949, les insecticides organiques de synthèse ont été largement utilisés à Léopoldville dans la lutte contre les arthropodes vecteurs de maladies: anophèles, *Aedes aegypti* et simulies. Les résultats ont été spectaculaires et nous en sommes actuellement au stade du maintien et de la surveillance de l'éradication sur l'ensemble de l'aire de l'agglomération. Cependant, d'autres variétés, sans grande importance médicale d'ailleurs, n'ont pas suivi cette régression. Parmi celles-ci se trouvent les Mansonioïdes et *Culex fatigans*.

Les premiers sont issus de gîtes larvaires extra-urbains et leur biologie particulière les rend difficilement accessibles. Leur nombre et le degré d'inconfort qu'ils créent n'a guère fluctué au cours de ces dernières années.

En ce qui concerne *Culex fatigans*, la situation a évolué. Alors que la mise en œuvre de la lutte antipaludique imagicide avait entraîné une réduction sensible de ce moustique au cours des premières années, depuis 1955 sa prolifération s'accroît tandis que disparaissent les derniers anophèles et *Aedes*.

Le problème peut paraître mineur puisque jusqu'à présent le rôle en pathologie de *Culex fatigans* en Afrique Centrale n'a pas été démontré.

Il peut cependant ne s'agir que d'une lacune de nos connaissances, puisque ce diptère est, dans d'autres parties du monde, transmetteur de filarioses et de certaines formes d'encéphalites. Il s'agit donc d'un vecteur potentiel dont le rôle ne pourra être clairement précisé que lorsque l'étude des viroses du centre africain sera plus avancée qu'à l'heure actuelle.

Il est, de surcroît, un autre aspect du problème.

Culex fatigans est un insecte fortement anthropophile, particulièrement vorace, importun, qui fait obstacle à la récupération physiologique que

provoque un sommeil paisible. Il oblige l'homme à dormir la nuit protégé par du treillis moustiquaire, réduisant ainsi de quelque 40% la ventilation rafraîchissante dont l'individu pourrait profiter.

Dans la cuvette centrale congolaise où pendant 8 mois de l'année au moins les conditions de température, d'humidité et de ventilation sont telles que la thermo-régulation corporelle s'avère difficile, l'obligation de maintenir l'usage des treillis moustiquaires constitue non seulement un ennui mais encore un facteur supplémentaire de fatigue physique et nerveuse.

La prolifération croissante de *Culex fatigans* observée ces dernières années à Léopoldville peut résulter de ce que le développement de l'agglomération, entraînant l'apparition de nombreux chantiers, le creusement de tranchées et caniveaux, le développement du réseau d'égouts, l'installation de nombreuses fosses septiques souvent mal entretenues et de bornes fontaines mal drainées, a multiplié considérablement le nombre de gîtes possibles, en particulier les gîtes souterrains difficilement accessibles aux moyens habituels de lutte contre les moustiques.

Cette hypothèse contient une certaine part de vérité, mais en 1957 il est nettement apparu qu'en dépit des pulvérisations domiciliaires au DDT et HCH utilisées dans le contrôle des anophèles, *Culex fatigans*, jusqu'alors secondairement tenu en échec par cette technique, se multipliait de manière assez importante. Ceci soulevait l'hypothèse de l'apparition d'une résistance à ces insecticides.

Il fut alors décidé de procéder à une série de tests sur larves et sur adultes dans le but de confirmer ou d'infirmier cette possibilité. Les premiers essais ayant démontré l'existence d'une résistance, nous avons étendu ces recherches de sensibilité à toute une gamme d'insecticides de manière à pouvoir adapter la lutte anti-culicidienne aux caractéristiques des souches locales encore prévalentes.

L'esprit qui a guidé ce travail a donc été en ordre essentiel pragmatique et nous nous sommes efforcés de réaliser des tests de laboratoire se rapprochant autant que possible des conditions rencontrées sur le terrain.

Tests larvaires. Des larves de *Culex fatigans* recueillies dans différents gîtes de l'agglomération sont maintenues quelques jours en laboratoire. Vingt larves des stades III et IV sont introduites dans des récipients contenant 200 ml d'eau distillée additionnée d'un insecticide. Le récipient est maintenu à 24° C pendant 24 heures, après quoi les larves mortes et les larves vivantes sont comptées. Le test est répété 4-6 fois pour chaque concentration, et toujours en parallèle avec un lot de larves témoins. Les résultats figurent aux tableaux 1 et 2.

Il ressort de la comparaison de ces tableaux que :

1. La souche de *Culex fatigans* de Léopoldville présente une résistance très considérable au DDT. L'on sait que cet insecte est naturellement plus résistant au DDT que les anophèles, mais sa résistance n'atteint jamais des taux aussi élevés que dans ces essais, et il est hors de doute que nous nous trouvons en présence d'une forte résistance acquise après 8 ans de pulvérisations domiciliaires et d'aérosolisation au DDT.

TABLEAU 1. CL₅₀ ET CL₉₀ DE DIVERS INSECTICIDES POUR LES LARVES DE CULEX FATIGANS A LÉOPOLDVILLE

Produits utilisés	CL ₅₀ (p.p.m.)	CL ₉₀ (p.p.m.)
DDT	4,2	16
HCH	0,08	0,56
Dieldrine	0,15	0,46
Hercules 426	0,52	13 p.
Muscatox	0,016	0,05
Dipterex	0,069	0,23
Malathion	0,07	0,17
Diazinon	0,06	0,18
Chlorthion	0,007	0,019
Korlan	0,018	0,036
Mylone 85 W.	2	Non déterminée
Pyrolan	5	Non déterminée
Bayer S 1752	0,004	0,01

2. Cette même souche présente également une résistance au HCH, résistance qui paraît relativement récente et en plein développement, ainsi que l'indique l'écart anormalement grand entre la CL₅₀ et la CL₉₀. L'explication de cet écart est que les *Culex fatigans* sont hétérogènes, sous l'angle du HCH, une partie d'entre eux étant encore relativement sensible (CL₅₀ assez basse), l'autre fraction étant déjà résistante (CL₉₀ assez élevée). Le développement de cette résistance peut s'expliquer par le fait que le HCH a été utilisé dans diverses préparations dans la lutte anti-culicidienne depuis plusieurs années.

3. Il existe également une résistance nette à la dieldrine. Ce fait est particulièrement intéressant, car la dieldrine n'a jamais été utilisée à Léo-

TABLEAU 2. CL₅₀ DE DIVERS INSECTICIDES POUR DES SOUCHES NORMALES DE *CULEX FATIGANS*

Auteur	Lieu	Insecticide (concentration en p.p.m.)		
		DDT	HCH	Dieldrine
Wharton	Malaisie	0,145	0,014	0,003
Reid	Malaisie	0,22	0,026	0,006
Elliott	Nigeria	0,03	0,05	0,005

poldville, sinon pendant quelques semaines dans les latrines des cités africaines, contre les larves de mouches. *Culex fatigans* n'a donc jamais été en contact direct avec la dieldrine et il est légitime de penser qu'il s'agit d'une résistance croisée HCH/dieldrine, phénomène d'ailleurs connu.

4. *Culex fatigans* est resté remarquablement sensible à plusieurs insecticides organo-phosphorés parmi lesquels certains présentent une toxicité pour les mammifères suffisamment basse pour permettre leur large utilisation pratique.

Tests sur insectes adultes. Pour vérifier les résultats obtenus sur larves, nous avons ultérieurement procédé à des tests sur adultes pour le DDT et la dieldrine.

Nous avons utilisé la méthode de Busvine et Nash, recommandée par le Comité OMS d'experts du Paludisme.^a

Les essais ont été répétés à 2 ou 3 reprises sur 20 insectes non gorgés, âgés de 48 heures environ.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 3. Ils coïncident avec ceux des tests larvaires et démontrent aussi le phénomène de résistance de *Culex fatigans* aux hydrocarbures chlorés.

Essais pratiques de diverses préparations. La lutte contre *Culex fatigans* peut être menée de diverses manières:

1. Lutte larvaire au moyen de larvicides à action mécanique ou chimique
2. Lutte imagicide par aérosols
3. Lutte imagicide par pulvérisations domiciliaires.

Cette troisième méthode s'est avérée efficace et économique dans les cas suivants:

a) L'insecte est endophile. Les essais faits avec une maison-piège du type Shannon nous ont montré qu'à Léopoldville tout au moins *Culex fatigans* l'est très largement.

^a Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn. 1954, 80, 34

TABLEAU 3. TESTS DE BUSVINE-NASH SUR CULEX FATIGANS ADULTES PROVENANT DE SOUCHES RÉSISTANTES DE LÉOPOLDVILLE

Produit	Concentration de la solution d'imprégnation (%)	Pourcentage de mortalité
DDT	0,125	0
	0,5	0
	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
Dieldrine	0,05	6
	0,1	7
	0,2	12
	0,4	15
	0,8	15
	1,6	20

Remarque : Wharton, en Malaisie, a établi que la CL₅₀ pour les souches normales de ces régions est de 0,46 % pour la dieldrine, et supérieure à 5 % pour le DDT.

b) Il existe un insecticide de contact efficace, rémanent, peu toxique pour les mammifères et de prix abordable. Cette condition qui était remplie voici quelques années par les hydrocarbures chlorés ne l'est plus actuellement. Il n'existe pas pour le moment d'organo-phosphoré répondant aux quatre conditions définies en b). Signalons cependant que nous étudions actuellement un produit de laboratoire, le Bayer S 1752, dont les premiers résultats paraissent prometteurs, et avec lequel les essais se poursuivent.^b

Nous nous voyons pour le moment dans l'obligation de modifier les principes de notre méthode de lutte et de renforcer les procédés 1 et 2.

^b Voir page 1001

Nous avons donc étudié au laboratoire diverses formules de larvicides et d'aérosols susceptibles d'améliorer nos résultats:

A. Larvicides: le gas-oil utilisé en épandage à la surface des gîtes, en couche de 10 à 12 microns, donne d'excellents résultats pour autant que la couche huileuse reste intacte pendant un laps de temps suffisamment long.

En milieu urbain, cette condition n'est que partiellement réalisée; il arrive souvent que le film épandu sur l'eau semi-stagnante des caniveaux soit partiellement détruit avant d'avoir eu une efficacité à 100%. L'addition de faibles quantités d'insecticide au gas-oil augmente dans une proportion considérable la rapidité d'action du produit.

C'est ainsi que l'addition de 0,3% de malathion ou de chlorthion au gas-oil ordinaire triple la rapidité d'action de celui-ci vis-à-vis des larves de *Culex fatigans* de Léopoldville.

B. L'aérosolisation d'insecticides restant la seule méthode imagicide susceptible de donner des résultats intéressants à l'heure actuelle, nous avons étudié une série de formules possibles.

La technique utilisée diffère sensiblement des méthodes habituellement en honneur dans les laboratoires spécialisés; elle a l'avantage d'une grande simplicité et a été standardisée de façon à donner des résultats analogues à ceux que l'on obtiendrait sur le terrain, permettant ainsi une transposition immédiate du stade expérimental au stade pratique.

On introduit dans une enceinte fermée de 2 m³ environ une cage en treillis moustiquaire de 30×20×20 cm contenant 20 moustiques adultes éclos au cours des 48 heures précédentes. Un tampon de gaze imbibé d'une solution sucrée est mis à la disposition de ces insectes; on introduit également un verre à pied cylindrique contenant 20 larves de *Culex fatigans* dans 100 ml. La surface du niveau liquide est d'environ 20 cm².

L'appareil générateur d'aérosol thermique est un Swing-fog SN 6 équipé d'un gicleur de produit n° 0,8.

L'appareil est mis en marche quelques instants avant le début de l'expérience, et lorsque son débit est devenu parfaitement régulier son extrémité est introduite pendant 5 secondes dans l'enceinte d'expérience. L'aérosol projeté y est maintenu pendant 1 minute, après quoi l'enceinte est largement ouverte et ventilée mécaniquement.

Le temps d'aérolisation a été choisi de manière à obtenir un brouillard de densité analogue à celui réalisé par vent nul ou faible dans la nature. La température de l'aérosol à la sortie du tube de pulsation de l'appareil est de 100° C mais elle tombe quasi instantanément.

Pour chaque expérience, il est constitué des lots témoins et la mortalité établie après 24 heures des sujets expérimentaux est corrigée en fonction de l'éventuelle mortalité des témoins selon la formule d'Abbott.

Quoique la technique du test soit assez rudimentaire, la répétition des essais nous a donné une concordance très satisfaisante, et l'expérimentation à l'air libre, dans des conditions de température (29° C±1) et d'humidité identiques, nous a donné des résultats largement superposables.

Les données obtenues pour différents produits dissous dans du gasoil au cours de cette série d'essais sont consignées dans le tableau 4.

TABLEAU 4. MORTALITÉ DE LARVES III ET IV ET D'ADULTES DE CULEX FATIGANS SOUS L'EFFET DE DIVERS AÉROSOLS THERMIQUES

Nom usuel	Concentration (%)	Mortalité (%)		Observations
		adultes	larves	
DDT	3	10	20	
HCH	4	60	20	
Dieldrine	3	9	30	résistance croisée HCH/dieldrine
Pyréthrine, synergisée par piperonyl-butoxyde	pyréthrine 1 piperonyl-butoxyde 2,5	100	100	effet très rapide mais produit très coûteux
Idem	pyréthrine 0,5 piperonyl-butoxyde 1,25	80	78	
HCH pyréthrine	HCH _γ 2 pyréthrine 0,1 piperonyl-butoxyde 0,25	60	60	
Chlorthion	3	100	100	effet rapide (3 h)
Korlan	3	100	100	effet rapide (3 h)
Diazinon	3	100	100	
Malathion	3	100	100	
Pyrolan	3	24	0	
Thanite	3	100	100	effet rapide sur adultes
Gas-oil pur	100	10	0	

La résistance de *Culex fatigans* aux hydrocarbures chlorés se trouve confirmée d'une troisième manière, puisque les préparations de ces produits, généralement estimées efficaces sur des insectes normaux, ne nous donnent que de forts maigres résultats.

Les organo-phosphorés, les pyréthrinés, le Thanite donnent au contraire d'excellents résultats, et c'est dans cette gamme de produits, compte tenu de leur toxicité pour les mammifères et de leur prix, que nous avons fixé notre choix pour une utilisation généralisée.

Note préliminaire sur l'utilisation en pulvérisation domiciliaire d'un insecticide organo-phosphoré rémanent (Baytex)

par le D^r J. CERF, Chef du Service de l'Hygiène, Léopoldville, et le D^r A. LEBRUN, Directeur de l'Institut provincial d'Hygiène Marcel Wanson, Léopoldville, Congo belge

Dans l'espoir de poursuivre une lutte imacide efficace contre *Culex fatigans*, devenu résistant aux hydrocarbures chlorés, ainsi que nous l'avons exposé dans la note précédente (voir page 994 de ce numéro), nous avons tenté d'utiliser certains organo-phosphorés en pulvérisations domiciliaires, en particulier le Bayer S 1752 (commercialisé sous le nom de Baytex). Les premiers résultats sont rapportés ci-après.

Comme on l'a vu (page 997), *C. fatigans* présente une sensibilité normale aux organo-phosphorés. Le Baytex (O-O-diméthyl-O-4-(méthylmercapto)3-méthyl phényl thiophosphate) paraissait susceptible, d'après les essais préliminaires, d'être utilisé de façon pratique grâce à sa faible toxicité pour les mammifères (DL₅₀ moyenne pour le rat per os 0,200-0,225 g/kg, résorption cutanée faible). De plus, sa faible tension de vapeur, sa résistance aux alcalis et sa thermostabilité confèrent à ce produit une action rémanente du plus haut intérêt, que nous avons pu vérifier dans les conditions ordinaires de travail.

Méthode d'application et contrôle. Le Baytex étant un liquide, à la différence de beaucoup d'insecticides qui sont cristallisés à la température ordinaire, il est peu indiqué de l'utiliser sous forme d'émulsion et nous avons employé des poudres mouillables dosant respectivement 20 et 40 % de produit actif.

Les surfaces traitées consistaient en général soit en murs en pisé nu soit en murs en blocs de ciment chaulés. La quantité de substance active appliquée a été de 1 g/m². L'application a été faite au moyen de pompes munies d'un gicleur Teejet 8.002. Il convient de signaler que la poudre mouillable à 20 % a laissé sur les murs peints ou chaulés des traînées jaunâtres qui ont suscité des objections légitimes de la part des occupants des maisons. Aussi ce produit a-t-il été abandonné en faveur du produit à 40 % qui pour une même concentration active par m² s'applique à un dosage deux fois moindre, et avec des résultats esthétiques beaucoup plus satisfaisants.

400 maisons du secteur VI de l'Ancienne Cité ont été traitées au moyen de la poudre mouillable à 20 % le 5 juin 1958; 80 habitations du secteur II